

令和4年度～令和5年度厚生労働科学研究費補助金  
(健康安全・危機管理対策総合研究事業)  
分担研究報告書

6. IoT 技術を活用した建築物衛生管理技術のヒアリング調査  
及びデジタル技術の活用に関するアンケート調査

研究代表者 金 勲 国立保健医療科学院 上席主任研究官

**研究要旨**

(1) 建築物の衛生管理に関するデジタル技術の動向と現状、計測器の使用状況、並びに IoT を活用した計測技術と事例調査を目的として、建築・設備・環境衛生関連企業、空調機・エアコンメーカー、測定機器メーカーなど 12 社を対象にヒアリングを実施した。

空調設備に関しては BAS、BEMS の導入とそれに伴う設備側の管理・運用の自動化は進んでいるが空気環境の衛生に関連するデジタル化は実例が少ない。空調機やエアコンのドレンパンの監視に関しては需要が高いことから固定カメラ+AI 判読による汚れ度判定技術が開発され、導入事例もあった。この技術はコンパクトエアハンの加湿装置やドレンパンの監視にも活用例があった。

空気環境の管理項目 6 項目のうち、温度・湿度・CO<sub>2</sub> は建物や設備側で連続モニタリングされることも多く、法定測定の代用の可能性があった。浮遊粉じん、CO、気流速度は連続測定に向いているセンサーがまだ開発されていない状況であった。但し、某空調機メーカーではこの 6 項目が同時測定できる小型環境測定器の開発に取り組んでいた。センサー精度確保のためにはメンテナンスと校正が必要である認識は共通しており、CO<sub>2</sub> センサーの場合は 1 年に 1 回以上が勧められていた。

冷却塔・冷却水においては、現状では薬注の自動制御が行われている他のデジタル化は難しいという評価が多かった。

清掃業では人手不足が深刻で清掃ロボットの導入がかなり進んでいた。ロボットは上下階移動、平面レイアウトによっては効率が低下、通行の妨げ、などが課題として挙げられた。

建築物衛生法における帳簿管理の効率化と電子化も必要とされている。メーター検診と台帳管理の効率化に加え、人的ミス、間違い（誤検針と誤請求）を減らしたいというニーズが強かった。

(2) 建築物環境衛生管理技術者など関係者の業務上負担の実情と、業務効率化のためのデジタル技術の活用に関する認識と需要を把握する目的でアンケート調査を行った。

管理業務の期間は平均 8.3±1.2 年で、4～6 年が最も多く、10 年以下が大多数を占めていた。業務内容としては、管理会社や部署の職員が 48% と最も多く、次に建物の現場管理者 39%、自社ビル管理会社（組合）職員が 8% であった。

中央監視システム+BEMS の導入は 17% と少なく、中央監視システムのみ導入が 45%、両方導入無しも 24% あった。中央監視や BEMS データの空気環境管理への活用としては、温度 47%、相対湿度 41% と両項目がやや高い活用度を示した。水管理への活用は項目毎に 2 割未満と高くはないが、貯水槽水量、流量、減水量申請、水温、水質などに活用しているところがあった。

管理技術者業務の効率化を考えると帳簿関連が最も需要が多く、他にはネズミ・衛生害虫、貯水槽の点検、冷却塔・冷却水・加湿装置の点検と空調のドレンパン点検などに需要があると判断される。帳簿関連業務に関しては電子ファイルも認められているが、未だに紙媒体が多く、特に行政報告は紙が 75%、紙・電子媒体両方が 25% と電子媒体のみは 0% と、業務方式の改善が必要である。建築物衛生法における帳簿管理の効率化と電子化も必要とされている。

#### 研究協力者

鎌倉 良太 (公財) 日本建築衛生管理教育センター  
杉山 順一 (公財) 日本建築衛生管理教育センター

### A. 研究目的

建築物の衛生管理に関する自動計測技術の動向と現状、計測器の使用状況、並びに IoT を活用した計測技術と事例調査を目的とし、関連企業にヒアリング調査を行った。

また、特定建築物の運用・点検・維持管理において建築物環境衛生管理技術者や建築物の環境衛生全般に関する維持管理に携わっている関係者の、IoT 技術の現状と活用に関する認識を把握する目的で、特定建築物の管理技術者の業務上負担の実情と、業務効率化のためのデジタル技術の活用に関する認識と需要を設問するアンケート調査を行った。

### B. 研究方法

#### B.1. IoT 技術を活用した建築物衛生管理技術の調査

空衛学会の関連委員会、ビルメンテナンス協会、建築衛生管理教育センターの協力の下、建築・設備・環境衛生関連企業、空調機・エアコンメーカー、測定機器メーカーなど 12 社を対象にヒアリングを実施した。

ヒアリング内容は以下通りである。

- ① 保有又は活用している技術、製品、サービス
- ② 建築物衛生管理におけるデジタル技術の活用に係る課題
- ③ デジタル技術を活用した建築物衛生管理の見直しに向けた提案・要望
- ④ 無線 (Bluetooth, Wi-fi, 5G) による計測結果収集の安定性、クラウドへのデータ集約とデータ解析の現状、データの解析とフィードバックの事例 (AI、クラスター分析、手動)、等。

#### B.2. デジタル技術の活用に関する認識調査

建築物環境衛生管理の有資格者である統括管理者及び空調給排水管理技術者を対象にアンケート調査を行った。想定する管理建物としては「現在管理されているか、最近管理された特

定建築物」とした。

設問内容は以下通りである。

- ・ 建築物の所在地
- ・ 建築物を管理していた時期
- ・ 業務内容 (現場管理者や管理会社職員など)
- ・ 建物属性 (用途、所有区分、使用状況、延床面積、階数、竣工年)
- ・ 設備概要 (空調方式、水源、給湯方式)
- ・ 帳簿の作成、管理及び報告方法 (電子・紙媒体)
- ・ 身体的、精神的、時間的な負担が大きな作業
- ・ 水の管理 (検査実施頻度及び実施方法、検査に要する時間など)
- ・ 中央監視システムや BEMS (Building Energy Management System) の導入状況
- ・ 中央監視システムや BEMS の活用状況、等を設問した。

### C. 研究結果および考察

#### C.1. IoT 技術を活用した建築物衛生管理技術の調査

空調設備に関しては BAS、BEMS の導入とそれに伴う設備側の管理・運用の自動化は進んでいるが空気環境の衛生に関連するデジタル化は実例が少ない。空調機やエアコンのドレンパンの監視に関しては需要が高いことから固定カメラ+AI 判読による汚れ度判定技術が開発され、導入事例もあった。この技術はコンパクトエアハンの加湿装置やドレンパンの監視にも活用例があった。

空気環境の管理項目 6 項目のうち、温度・湿度・CO<sub>2</sub> は建物や設備側で連続モニタリングされることも多く、法定測定への代用の可能性があった。浮遊粉じん、CO、気流速度は連続測定に向いているセンサーがまだ開発されていない状況であった。但し、某空調機メーカーではこの 6 項目が同時測定できる小型環境測定器の開発に取り組んでいた。

センサー精度の確保と校正に関しては、メンテナンスと校正が必要である認識は共通しており、CO<sub>2</sub> センサーの場合は 1 年に 1 回以上は勧められていた。

冷却塔・冷却水においては、現状では薬注の

自動制御が行われている他のデジタル化は難しいという評価が多かった。

6項目同時測定の実験セットでも、現在の人力によるデータ管理がメインとなっているが、各メーカーは無線やクラウド通信によるデータ収集と自動化されたデータ処理の必要性については共感していた。

清掃業では人手不足が深刻で清掃ロボットの導入がかなり進んでいた。ロボットは上下階移動、平面レイアウトによっては効率が低下、通行の妨げ、などが課題として挙げられた。

また、現場配置の人員が足りないことから、新人教育や現場監視にデジタル技術を駆使した遠隔システムを活用するケースも増えているようである。

建築物衛生法における帳簿管理の効率化と電子化も必要とされている。スマートフォンで撮影した画像をAIで解析し、メーター検診と台帳管理を行うサービスは建築・設備・ビルメンテナンス業界からの導入依頼も多かったようで、効率化に加え、人的ミス、間違い（誤検針と誤請求）を減らしたいというニーズが強いそうである。

その他意見としては、業務的には巡回点検が全体の業務量の4割近くあり、人手不足が著しい。某企業ではIoTツールを入れる前後で業務が4割くらい削減できたことを検証している。特に、カメラとAI技術を活用して読み取り技術は積極的に取り入れている。目視で見取っていたものを、固定カメラとAI技術によりデータ化してくれるものであり、ピットなどの狭い場所でも使える。また、設定した閾値を超えた場合はレッド表示で送られてくる。

## C.2. デジタル技術の活用に関する認識調査

建築物環境衛生管理の有資格者である統括管理者73名、空調給排水管理技術者70を対象にアンケートを実施し、回答は統括管理者38（回収率52%）、空調給排水23（回収率33%）の合計61件が得られた。

### C.2.1. 回答者の基本属性

管理業務の期間（図6-1）は平均8.3±1.2年で、度数としては4～6年が最も多く、次に2～

4年、0～2年となっている。四分位が10年と10年以下が大多数を占めていた。また、20年以上という回答も複数あり、25年以上が90パーセント、最大は34年であった。

業務内容（図6-2）としては、管理会社や部署の職員が48%と最も多く、次に建物の現場管理者39%、自社ビル管理会社（組合）職員が8%であった。

### C.2.2. 建物概要

建物の主な用途（図6-3）としては、事務所が64%、店舗（百貨店）13%、旅館・ホテル5%、学校（研修所）10%、興行場2%、その他が7%であった。

所有区分は官公庁23%、民間67%、その他及び官公庁と民間の区分所有が10%であった。

建物規模（図6-4）は、5000m<sup>2</sup>未満が31%と最も多く、5000～10000m<sup>2</sup>が26%、10000～50000m<sup>2</sup>が22%であった。また、50000m<sup>2</sup>以上が21%あった。階数としては7～9階が47%と最も多く、次いで10～19階が25%あった。

### C.2.3. 帳簿の作成、管理及び報告方法

帳簿の作成・管理及び報告方法（図6-5）は管理技術者の重要な業務として負担も大きいとされている。従来の紙媒体としての作成・保管・報告が今は電子ファイルでも認められている。

一方、回答からは、電子媒体のみは2～3件と僅かであり、作成と保管を紙媒体で行っているところが44%、紙・電子媒体両方を用いているところが50%程度となっている。特に自治体への報告は紙媒体が75%、紙・電子媒体両方が25%であり、電子媒体のみの回答は0であった。

### C.2.4. 負担が大きな作業

IoT、映像解析、自動測定センサーなどデジタル技術を活用した維持管理・点検の効率化が検討されていることを説明した上で、身体的、精神的、時間的な負担が大きな作業は何かについて以下内容を設問（複数選択可）した。

1. 帳簿の管理と報告
2. 空気環境6項目の測定（浮遊粉じん、一酸

- 化炭素、二酸化炭素、温度、相対湿度、気流)
3. 冷却塔、冷却水の点検
  4. 加湿装置の点検
  5. 排水受け（ドレンパン）の点検
    - 5-1. 空調機（AHU）
    - 5-2. パッケージエアコン（PAC）
  6. 飲料水（給湯を含む）の管理
    - 6-1. 遊離残留塩素（7日以内ごとに1回）
    - 6-2. 水質検査（6ヶ月ごとに1回：一般細菌、大腸菌、金属等項目、pH、味、臭気、色度、濁度など）
    - 6-3. 水質検査（1年ごとに1回：シアン化物イオン及び塩化シアン、塩素酸、クロロホルムなど）
    - 6-4. 貯水槽の点検
  7. 雑用水の管理
    - 7-1. 遊離残留塩素（7日ごとに1回）
    - 7-2. 雑用水水槽の点検
    - 7-3. pH、臭気、外観
    - 7-4. 大腸菌、濁度など
  8. 清掃
    - 8-1. 清掃作業（ロボットなどを利用した室内側の清掃のみ）
    - 8-2. 清掃器具の維持管理
    - 8-3. 汚れの遠隔・自動監視
    - 8-4. 収集・運搬設備、貯留設備その他の廃棄物処理設備の点検
  9. ねずみ・衛生害虫等の生育調査と監視

帳簿の管理と報告が64%と最も多く、ネズミ・衛生害虫30%、飲料水\_貯水槽の点検28%、次いで冷却塔・冷却水の点検／加湿装置の点検／排水受け\_空調機（AHU）／清掃作業がそれぞれ26%の回答であった。空気環境6項目の測定は23%であった。

こちらの結果は、管理技術者が自分で行う業務に対する回答であるため帳簿作成と管理などの負担が大きく、空気環境の測定や水質検査など委託が多い業務に対する需要は低くなっていると考えられる。

### C.2.5. 中央監視システム及び BEMS の導入と活用状況

図 6-7 に中央監視システム及び BEMS の導

入状況を、図 6-8 に中央監視や BEMS データの空気環境管理及び水管理への活用状況について示す。

最近では中央監視システムが導入されている建物が多く、加えて一部には電気やガス、熱量、水量、エネルギー使用などのデータ収集・記録と分析及びその管理に主眼をおいた BEMS（Building Energy Management System）が導入されている。

中央監視システム+BEMS の導入は17%と少なく、中央監視のみが45%で、中央監視システムが導入されているのは6割強となっている。両方導入無しが24%であったが、管理技術者を対象にした設問にもかかわらず「分からない」が12%あった。

中央監視や BEMS データの活用（図 6-8）では、温度47%、相対湿度41%と両項目がやや高い活用度を示したが、CO<sub>2</sub>・気流・CO・浮遊粉じんは2割に満たない。中央監視や BEMS データとして常時取得される項目は温度、相対湿度、CO<sub>2</sub>の3項目が多いと想定され、CO・気流・浮遊粉じんに関してはシステムでデータ取得しているとは考えにくいことから、法定の定期測定結果を反映しているのではないかと推察される。

水管理への活用は全項目2割未満と高くはないが、貯水槽水量19%、流量16%、減水量申請14%、水温12%、水質9%と活用しているところがあった。

### D. 結論

(1) 建築物の衛生管理に関するデジタル技術の動向と現状、計測器の使用状況、並びに IoT を活用した計測技術と事例調査を目的として、建築・設備・環境衛生関連企業、空調機・エアコンメーカー、測定機器メーカーなど12社を対象にヒアリングを実施した。

空調設備に関しては BAS、BEMS の導入とそれに伴う設備側の管理・運用の自動化は進んでいるが空気環境の衛生に関連するデジタル化は実例が少ない。空調機やエアコンのドレンパンの監視に関しては需要が高いことから固定カメラ+AI 判読による汚れ度判定技術が開発され、導入事例もあった。この技術はコンパクト

エアハンの加湿装置やドレンパンの監視にも活用例があった。

空気環境の管理項目 6 項目のうち、温度・湿度・CO<sub>2</sub> は建物や設備側で連続モニタリングされることも多く、法定測定の代用の可能性があった。浮遊粉じん、CO、気流速度は連続測定に向いているセンサーがまだ開発されていない状況であった。但し、某空調機メーカーではこの 6 項目が同時測定できる小型環境測定器の開発に取り組んでいた。

センサー精度の確保と校正に関しては、メンテナンスと校正が必要である認識は共通しており、CO<sub>2</sub> センサーの場合は 1 年に 1 回以上は勧められていた。

冷却塔・冷却水においては、現状では薬注の自動制御が行われている他のデジタル化は難しいという評価が多かった。

6 項目同時測定のビル管セットでも、現在の人力によるデータ管理がメインとなっているが、各メーカーは無線やクラウド通信によるデータ収集と自動化されたデータ処理の必要性については共感していた。

清掃業では人手不足が深刻で清掃ロボットの導入がかなり進んでいた。ロボットは上下階移動、平面レイアウトによっては効率が低下、通行の妨げ、などが課題として挙げられた。

また、現場配置の人員が足りないことから、新人教育や現場監視にデジタル技術を駆使した遠隔システムを活用するケースも増えているようである。

建築物衛生法における帳簿管理の効率化と電子化も必要とされている。スマートフォンで撮影した画像を AI で解析し、メーター検診と台帳管理を行うサービスは建築・設備・ビルメンテナンス業界からの導入依頼も多かったようで、効率化に加え、人的ミス、間違い（誤検針と誤請求）を減らしたいというニーズが強いそうである。

(2) 管理技術者のデジタル技術の活用に関する認識に関するアンケート調査を行った。

管理業務の期間は平均 8.3±1.2 年で、度数としては 4~6 年が最も多く、10 年以下が大多数を占めていた。業務内容としては、管理会社や部署の職員が 48% と最も多く、次に建物の現場

管理者 39%、自社ビル管理会社（組合）職員が 8% であった。

負担が大きな業務内容として、帳簿の管理と報告が 64% と最も多く、ネズミ・衛生害虫 30%、飲料水\_貯水槽の点検 28%、次で冷却塔・冷却水の点検/加湿装置の点検/排水受け\_空調機 (AHU) /清掃作業がそれぞれ 26% の回答となった。空気環境 6 項目の測定は 23% であった。帳簿関連業務は管理技術者が自分で行う業務であり、空気環境の測定や水質検査などは業務委託が多いことが原因と考えられる。

中央監視システム+BEMS の導入は 17% と少なく、中央監視システムのみ導入が 45%、両方導入無しも 24% あった。中央監視や BEMS データの空気環境管理への活用としては、温度 47%、相対湿度 41% と両項目がやや高い活用度を示した。水管理への活用は全項目 2 割未満と高くはないが、貯水槽水量 19%、流量 16%、減水量申請 14%、水温 12%、水質 9% と活用しているところがあった。

管理技術者業務の効率化を考えると帳簿関連が最も需要が多く、他にはネズミ・衛生害虫、貯水槽の点検、冷却塔・冷却水・加湿装置の点検と空調のドレンパン点検などに需要があると判断される。帳簿関連業務に関しては電子ファイルも認められているが、未だに紙媒体が多く、特に行政報告は紙が 75%、紙・電子媒体両方が 25% と電子媒体のみは 0% であり、業務方式の改善が必要である。

## E. 参考文献

## F. 研究発表

1. 論文発表
2. 学会発表
3. 著書

## G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

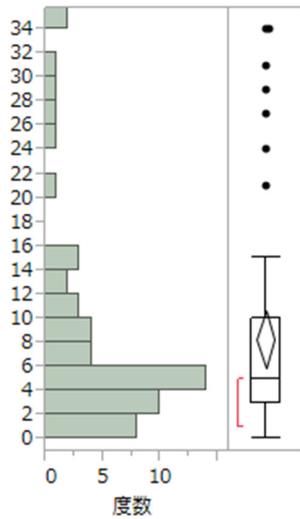
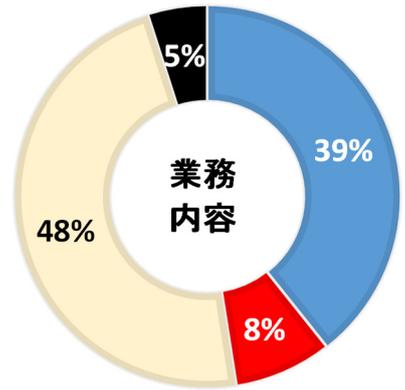
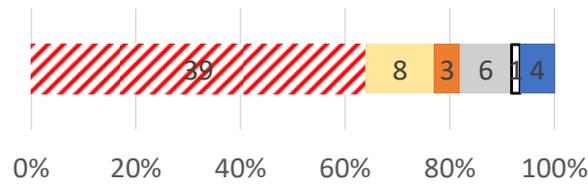


図 6-1 管理（業務）期間



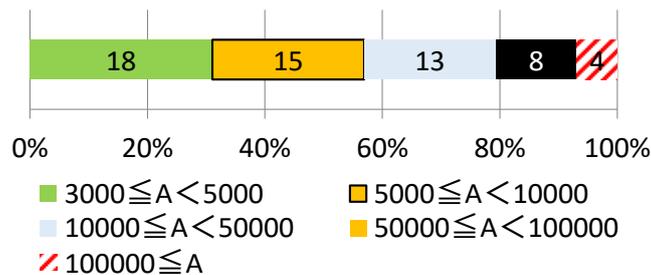
- 建築物の現場管理者
- 自社ビル管理会社（組合）職員
- 管理会社や部署の職員
- その他

図 6-2 業務内容



- 事務所
- 店舗（百貨店）
- 旅館・ホテル
- 学校（研修所）
- 興行場
- その他

図 6-3 建物用途



- $3000 \leq A < 5000$
- $5000 \leq A < 10000$
- $10000 \leq A < 50000$
- $50000 \leq A < 100000$
- $100000 \leq A$

図 6-4 建物規模

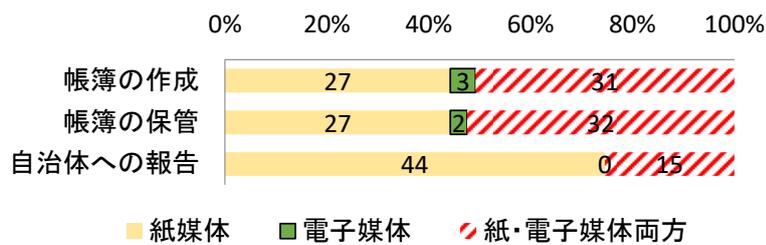


図 6-5 帳簿の作成、管理及び報告方法

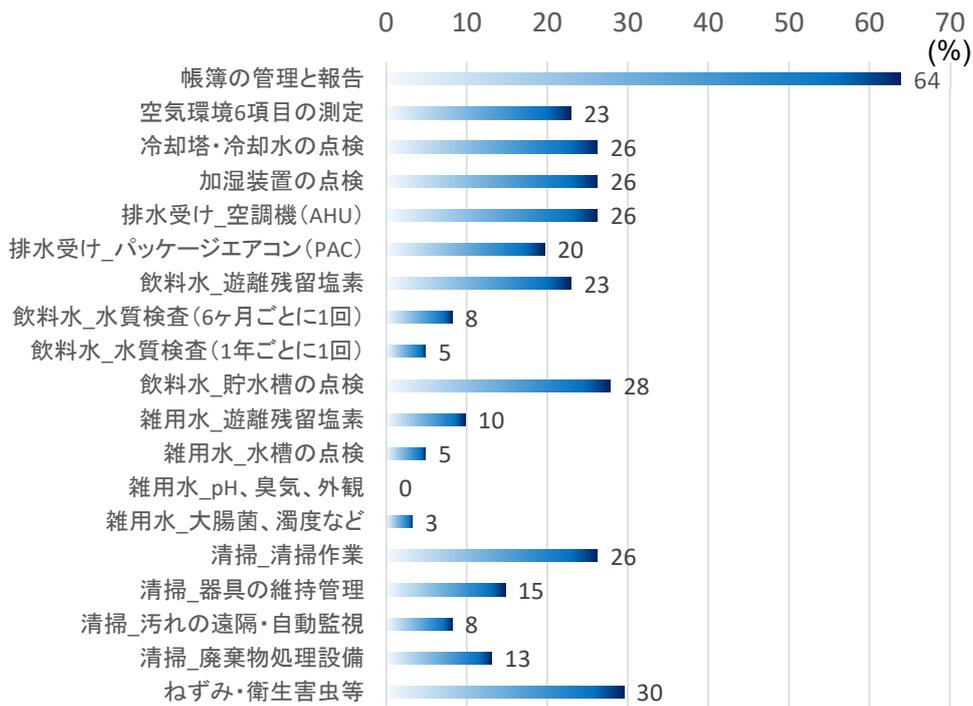


図 6-6 身体的、精神的、時間的な負担が大きな作業（複数選択可）

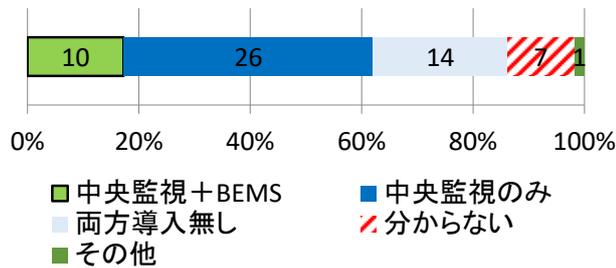


図 6-7 中央監視システム及び BEMS の導入状況

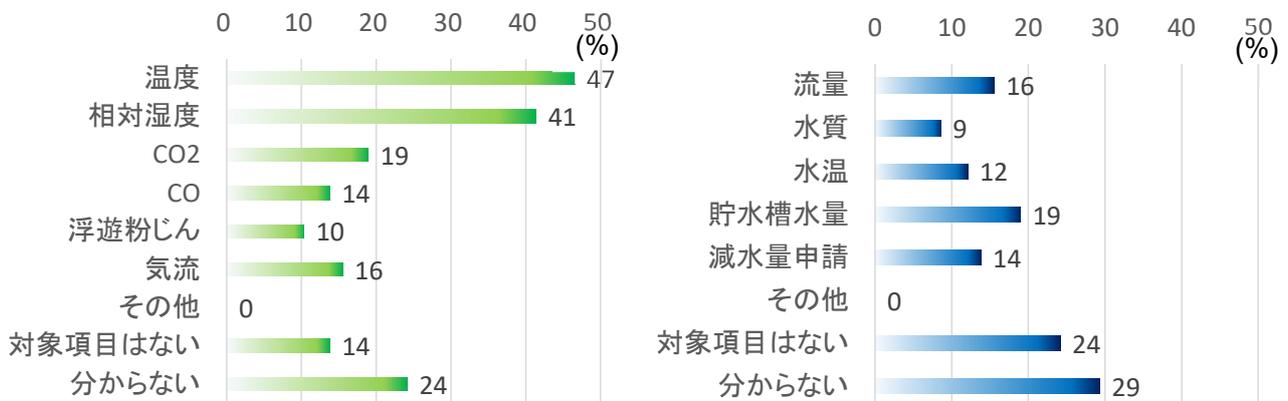


図 6-8 中央監視や BEMS データの空気環境管理及び水管理への活用